

ESTIMATIVA DO PROGRESSO GENÉTICO OBTIDO PELO PROGRAMA DE MELHORAMENTO DE ARROZ IRRIGADO DA EPAMIG, NA ÉPOCA DE OITENTA¹

ANTÔNIO ALVES SOARES², MAGNO ANTÔNIO PATTO RAMALHO³ e
AUGUSTO FERREIRA DE SOUSA⁴

RESUMO – Utilizando as médias de rendimento de grãos dos ensaios comparativos avançados de cultivares e linhagens de arroz irrigado por inundação da EPAMIG, no período de 1979/80 a 1988/89, realizou-se o presente trabalho com o objetivo de estimar o progresso genético obtido pelo programa de melhoramento de arroz irrigado em Minas Gerais, na década de oitenta. Os resultados mostraram que o ganho genético total foi de 742,1 kg/ha, o que correspondeu a um ganho genético médio anual de 1,6%. São sugeridas alternativas para implementar a eficiência do programa em Minas Gerais.

Termos para indexação: *Oryza sativa*, linhagens, ganho genético.

GENETIC PROGRESS ESTIMATES OBTAINED BY THE EPAMIG PADDY RICE IMPROVEMENT PROGRAM IN THE EIGHTIES

ABSTRACT – This study was performed aiming to estimate genetic progress accomplished by the paddy rice improvement program in Minas Gerais State, in the eighties. Data (average grain yield) were obtained from cultivars and pure lines from advanced comparative trials at EPAMIG from 1979/80 to 1988/89. Total genetic gain was 742,1 kg/ha, which gives an average annual gain of 1,6%. Some alternatives to improve the Minas Gerais program are suggested.

Index terms: *Oryza sativa*, cultivars, genetic gain.

INTRODUÇÃO

Os programas de melhoramento de plantas têm-se constituído no carro-chefe da pesquisa na maioria das instituições brasileiras de pesquisa agropecuária. Isso por que a tecnologia gerada (novas cultivares) é de baixo custo e de fácil adoção pelos agricultores, proporcionando ganhos expressivos no rendimento das lavouras. Além disso, atende a uma demanda contínua de renovação de cultivares nos plantios comerciais, em substituição àquelas menos produtivas e com menos aceitação no mercado.

Nesse contexto, encontra-se o programa de melhoramento de arroz irrigado da EPAMIG que, desde meados da década de setenta, vem desenvolvendo esforços na busca de novas cultivares para atender a uma exigência cada vez maior dos agricultores, que investiram altos recursos na sistematização de várzeas para cultivo de arroz irrigado. Como resultado desse trabalho, foram lançadas várias cultivares e, entre elas, destacam-se a Inca, a MG 1 e a MG 2 que, além de possuírem alto potencial produtivo, possuem grãos tipo fino (agulhinha) e boa tolerância às enfermidades e ao acamamento.

Embora o nível de adoção das novas cultivares seja uma das maneiras mais eficientes de avaliar o desempenho de um programa de melhoramento, é importante que se quantifique os avanços genéticos do programa de melhoramento de arroz irrigado desenvolvido pela EPAMIG em Minas Gerais. Isso, por que a pesquisa é onerosa para os cofres públicos e a sociedade deve ser informada onde são gastos os

1 Aceito para publicação em 31 de julho de 1993.

2 Eng.-Agr., D.Sc., Pesq./EPAMIG, Caixa Postal 176, 37200-000 Lavras, MG.

3 Eng.-Agr., D.Sc., Prof. Titular na ESAL/DBI, Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras-MG.

4 Eng.-Agr., D.Sc., Prof. Titular na ESAL/DAG, Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras-MG.

recursos e sobre os retornos proporcionados pelos mesmos. Além do mais, esse tipo de informação é fundamental para que se possa direcionar os futuros trabalhos de melhoramento genético.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o progresso genético obtido pelo programa de melhoramento de arroz irrigado por inundação da EPAMIG, na década de oitenta, empregando-se resultados dos ensaios comparativos avançados.

MATERIAL E MÉTODOS

Para este estudo, utilizaram-se os resultados de rendimento de grãos dos ensaios comparativos avançados de cultivares e linhagens de arroz irrigado por inundação, conduzidos pela EPAMIG, no período de 1979/80 a 1988/89. Nesses ensaios, anualmente, um grupo de cultivares e/ou linhagens, que não tinham bom desempenho, eram descartados e substituídos por outros.

Supõe-se que, a cada ano, os novos genótipos substituídos, sejam superiores aos eliminados, proporcionando um avanço genético contínuo.

Empregaram-se como testemunhas comuns (cultivares padrões), em todo o período do estudo, as cultivares Inca, MG 1 e MG 2.

As metodologias utilizadas para a quantificação dos avanços genéticos foram a descrita por Vencovsky et al. (1988), a da estimativa da regressão linear de mínimos quadrados (Soares, 1992) e a da estimativa da regressão L_1 ou de erros absolutos.

No método da estimativa da Regressão L_1 , a reta de regressão L_1 foi obtida, utilizando-se o algoritmo de Karst, descrito por Narula & Stangenhau (1988), a seguir:

Inicialmente, supõe-se que a reta ajustada passa através da origem. Isso implica que $\beta_0 = 0$. Necessita-se, portanto, encontrar b_1 , tal que

$$T = \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i| = \sum_{i=1}^n |y_i - b_1 x_i|$$

seja mínima.

Utilizando as propriedades citadas em Narula & Stangenhau (1988), determinou-se o mínimo de T através do seguinte algoritmo:

1. Ordenar (x_i, y_i) de tal forma que

$$y_{i1}/x_{i1} \leq y_{i2}/x_{i2} \leq \dots \leq y_{in}/x_{in}$$

2. Adicionar $2|x_i|$ sucessivamente a $-\sum_{i=1}^n |x_i|$, na ordem obtida em 1 e encontrar r , tal que

$$-\sum_{i=1}^n |x_i| + 2 \sum_{k=1}^{r-1} |x_{ik}| < 0, \text{ e}$$

$$-\sum_{i=1}^n |x_i| + 2 \sum_{k=1}^r |x_{ik}| \geq 0$$

3. O mínimo de T ocorre no ponto $(y_{ir}/x_{ir}; 0)$. Portanto, $b_1 = y_{ir}/x_{ir}$

é o estimador de mínimos erros absolutos de β_1 .

A equação da reta de regressão L_1 que passa pela origem é $y = (y_{ir}/x_{ir})x$

Em seguida, considerar o problema sem a restrição de que a reta ajustada passa pela origem. Isto é, determinar b_0 e b_1 tal que

$$T = \sum_{i=1}^n |y_i - b_0 - b_1 x_i|$$

seja mínima. A reta restrita, a passar pela origem, passa também por outro ponto observado. Utilizar esse fato em tal forma que a reta de regressão L_1 passe por uma das observações (x_i, y_i) , $i = 1, 2, \dots, n$. O algoritmo já apresentado é então reformulado como segue.

1. Escolher qualquer observação do conjunto de dados, (x_1, y_1) , por exemplo, e determinar a reta de regressão de erros absolutos que passa por esse ponto.

$$y = b_0^{(1)} + b_1^{(1)} x$$

2. Usando (x_2, y_2) como ponto de referência, determinar a reta de regressão de erros absolutos

$$y = b_0^{(2)} + b_1^{(2)} x$$

cuja soma de erros absolutos é igual a $T^{(2)}$. Tem-se que $T^{(2)} \leq T^{(1)}$

3. Continuar esse procedimento até que uma reta de regressão de erros absolutos, por exemplo

$$y = b_0^{(t)} + b_1^{(t)} x$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

que passa pelo ponto (x_T, y_T) , não passa por uma nova observação (x_{T+1}, Y_{T+1}) , mas sim pelo ponto de referência anterior (x_{T-1}, Y_{T-1}) . Essa é então a reta de regressão L_1 .

Na Tabela 1, estão os resultados da média geral dos ensaios e dos tratamentos comuns, em cada ano de avaliação, usados para determinar o avanço genético, pelo método de Vencovsky et al. (1988). En-

TABELA 1. Média geral dos ensaios e dos tratamentos comuns em cada ano de avaliação, número de locais e de tratamentos constituintes dos ensaios em cada ano agrícola e o avanço genético obtido nos ensaios comparativos avançados de arroz irrigado da EPAMIG, no período de 1979/80 a 1988/89.

Ano agrícola	Nº de locais	Média geral (kg/ha)	Média tratamentos comuns (kg/ha)	Nº tratamentos		Avanço genético (kg/ha)
				Total	Comuns	
1979/80	6	5102,1	5564,8	12	5	429,3
1980/81	5	6223,9	6257,3	8	5	
1980/81	5	6223,9	6223,9	8	8	-86,1
1981/82	3	6006,6	6092,7	10	8	
1981/82	3	6006,6	6218,2	10	5	-192,8
1982/83	4	5672,4	6076,8	15	5	
1982/83	4	5672,4	6202,9	15	4	308,8
1983/84	5	7057,9	7279,6	16	4	
1983/84	5	7057,9	7454,2	16	9	45,4
1984/85	5	6242,5	6593,4	20	9	
1984/85	5	6242,5	6671,0	20	9	213,1
1985/86	5	6174,1	6389,5	20	9	
1985/86	5	6174,1	6242,1	20	13	53,5
1986/87	6	6404,2	6418,7	16	13	
1986/87	6	6404,2	6321,0	16	10	-141,8
1987/88	6	6423,5	6482,1	12	10	
1987/88	6	6423,5	6426,1	12	5	112,7
1988/89	6	5302,3	5192,2	16	5	
Avanço genético total						742,1 (14,5%)
Ganho médio anual						82,5 (1,6%)

contra-se também o número de locais e de tratamentos (total e comuns) constituintes dos ensaios em cada ano agrícola e o avanço genético anual e total, no período de 1979/80 a 1988/89.

Nota-se, pela Tabela 1, que o número de locais, em cada ano, oscilou de três, em 1981/82, a seis em vários anos agrícolas, indicando uma boa representatividade de ambientes em Minas Gerais. O número de tratamentos constituintes dos ensaios variou de oito em 1980/81 a vinte em 1984/85, e a taxa de substituição dos genótipos foi, em média, de 46%. Este fato refletiu a vitalidade do programa de melhoramento de arroz irrigado no Estado. Em contrapartida, a manutenção, em média, de 54% dos tratamentos comuns, em cada par de anos, garantiu boa precisão da medida do efeito ambiental e confiabilidade na determinação do avanço genético.

Procedeu-se à análise de variância conjunta (Cochran & Cox, 1957) para detectar a presença ou não da interação cultivares padrões versus genótipos transitórios (tratamentos) x anos, ao longo da década de oitenta. O resultado está na Tabela 2. Como se observa, a referida interação não foi significativa, indicando que as cultivares padrões e os genótipos transitórios tiveram comportamento semelhante nos diferentes ambientes, aqui representados por anos. Logo, a utilização do modelo linear simplificado para cálculo do avanço genético no método proposto por Vencovsky et al. (1988) foi o mais apropriado.

A quantificação dos avanços genéticos, empregando a metodologia proposta por Vencovsky et al.

TABELA 2. Análise de variância conjunta das médias das cultivares padrões versus genótipos transitórios (tratamentos), oriundas de todos os locais, em cada ano, e os dez anos considerados no estudo, obtidos dos ensaios comparativos avançados de arroz irrigado da EPAMIG no período de 1979/80 a 1988/89.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos (T)	1	3.354.856	3.354.856	32,12**
Anos (A)	9	31.076.314	3.452.924	-
T x A	9	1.689.098	187.678	1,80
Erro médio	(42)	-	104.434	
Total	103	36.120.268		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

(1988), mostrou um ganho genético total de 742,1 Kg/ha, proporcionando um ganho médio anual de 82,5 Kg/ha que, em termos percentuais, correspondem a 14,5% e 1,6%, respectivamente.

Esse ganho ficou bem abaixo do obtido com o programa de melhoramento de arroz de sequeiro da EPAMIG, no mesmo período (1979/89), que foi de 26,8%, para o ganho total, e de 3,0%, para o ganho médio anual, utilizando procedimento semelhante (Soares, 1992). Entretanto, não diferiu muito do ganho médio anual do milho no Brasil em 20 anos (1964/84), obtido por Vencovsky et al. (1988), que foi de 2,2%, em populações, e de 1,7%, em híbridos comerciais. Não diferiu também do ganho médio anual da soja no Paraná, no período de 1981 a 1986, que foi de 1,8% nos genótipos de maturação precoce e de 1,3% nos semiprecoce (Toledo et al., 1990), bem como do ganho médio anual do feijão em Minas Gerais, durante 17 anos, Projeto Feijão, 1992), que foi de 1,9%. O mesmo aconteceu com o sorgo no Brasil, no período de 1974/75 a 1987/88, que teve ganho médio anual de 1,2% (Rodrigues, 1990).

Quanto ao método da estimativa da regressão de mínimos quadrados (Fig. 1), observa-se que o avanço genético total foi de $388,1 \pm 252,9$ kg/ha, com um ganho médio anual de $43,1 \pm 28,1$ kg/ha, o que corresponde, respectivamente, a 7,6% e 0,8%. A estimativa do avanço genético pelo método da regressão diferiu bastante daquela obtida pelo método de Vencovsky et al. (1988). O baixo coeficiente de determinação ($r^2 = 0,23$), observado na Fig. 1, indica que a diferença das médias entre os genótipos transitórios e as cultivares padrões não se ajustaram bem à equação de regressão, reduzindo, assim, a eficiência do método.

Uma das causas desta acentuada diferença na estimativa foi o avanço genético obtido, do ano agrícola 1979/80 para 1980/81, quando, pelo método de Vencovsky et al. (1988), foi de 429,3 kg/ha e, pelo método da regressão, de 72,9 kg/ha.

Esse ganho extraordinário, obtido do primeiro para o segundo ano agrícola, deveu-se à participação, pela última vez, das cultivares IAC 435 e IAC 120 nos ensaios de 1979/80. Essas cultivares, plantadas sob condições irrigadas por vários anos, são de porte alto, arquitetura inadequada, susceptíveis ao acamamento e de baixo potencial produtivo. O rendimento médio dessas duas cultivares, em 1979/80, foi de

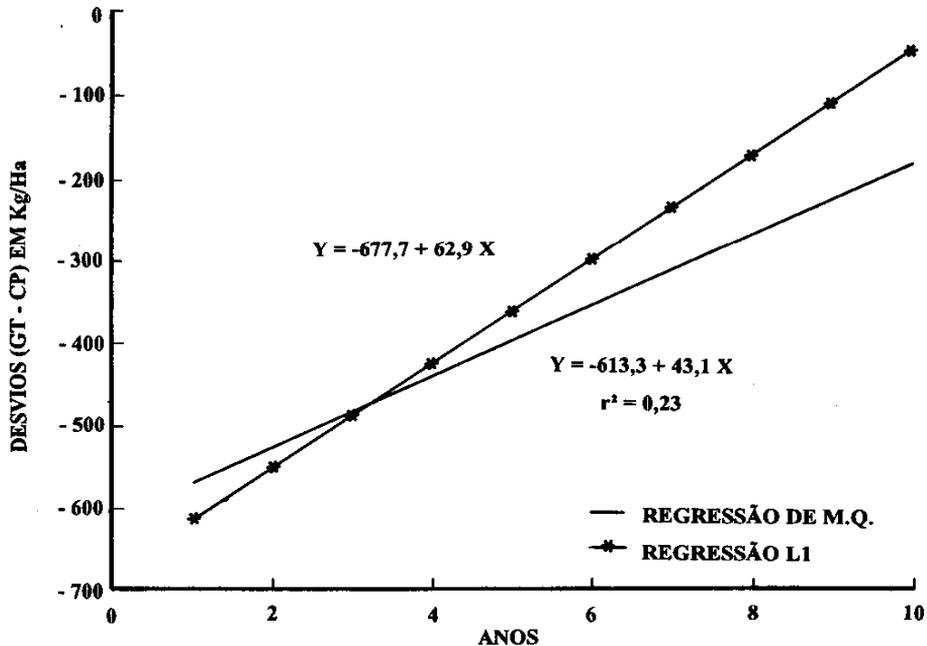


FIG. 1. Avanços genéticos ocorridos no programa de melhoramento de arroz irrigado da EPAMIG, na década de oitenta, estimados pela regressão de mínimos quadrados e pela regressão L_1 .

2771,5 kg/ha, contra 5102,1 kg/ha da média geral do ano. O referido avanço genético foi detectado pelo método de Vencovsky et al. (1988), que avalia o ganho a cada par de ano agrícola, mas não foi totalmente detectado pelo método da regressão, que estima a declividade média da reta ao longo dos anos.

Uma das diferenças entre os dois métodos está nos ganhos observados nos anos extremos, quando são integralmente detectados pelo método de Vencovsky et al. (1988) e, parcialmente, pela estimativa da regressão, que avalia o ganho médio. Os sobressaltos de ganhos nos anos intermediários são atenuados pelo ano anterior ou posterior, no método de Vencovsky et al. (1988), o que leva a resultados mais próximos dos da regressão.

Portanto, quando os ganhos genéticos nos anos extremos não apresentam diferenças muito discrepantes dos ganhos, nos anos intermediários, os dois métodos podem conduzir a resultados próximos.

A eficiência do método da regressão de mínimos quadrados depende do ajustamento das médias, obti-

das pela diferença de rendimento de grãos entre os genótipos transitórios e as cultivares padrões, à reta da regressão, como foi observado na estimativa do ganho genético do programa de melhoramento de arroz de sequeiro (Soares, 1992). Dessa forma, o coeficiente de determinação será o parâmetro, baseado no qual se aceitará ou não o método da regressão para estimar o avanço genético. Se o r^2 for estatisticamente significativo, o método da regressão linear será, com certeza, eficiente para determinar o ganho genético.

Em virtude da ineficácia do método da regressão de mínimos quadrados em avaliar o avanço genético do presente programa de melhoramento do arroz, adotou-se um novo procedimento denominado de regressão L_1 ou regressão de erros absolutos. Ao contrário da regressão de mínimos quadrados, a regressão L_1 é menos sensível a valores aberrantes, ou seja, ela acomoda a possibilidade da presença de valores aberrantes.

Huber (1973), citado por Nurula & Stangenhaus

(1988), fez o seguinte comentário com relação ao problema de regressão: "Uma única observação grosseiramente aberrante é capaz de tornar inadequadas as estimativas de mínimos quadrados, e mais, é muito mais difícil detectar um valor aberrante em uma regressão do que no caso de estimação de um parâmetro de posição". Valores aberrantes associados a valores extremos das variáveis regressoras podem ser muito perniciosos (Narula & Stangenhau, 1988). Os autores citam ainda que, em diversos estudos comparativos, o desempenho da regressão de erros absolutos foi pelo menos igual, quando não foi melhor, que a regressão de mínimos quadrados.

A quantificação dos avanços genéticos do programa de melhoramento do arroz irrigado, utilizando a regressão L_1 , mostrou que houve um ganho genético total de 566,5 kg/ha, com um ganho médio anual de 62,9 kg/ha (Fig. 1). Em valores percentuais, estes ganhos foram de 11,1% e 1,2%, respectivamente. Como se observa, os ganhos genéticos obtidos pela regressão L_1 foram bastante superiores aos da regressão de mínimos quadrados (388,1 \pm 252,9 kg/ha e 43,1 \pm 28,1 kg/ha, respectivamente), aproximando-se mais dos ganhos obtidos pela metodologia de Vencovsky et al. (1988), que foram, respectivamente, de 742,1 kg/ha e 82,5 kg/ha. Fica evidente, portanto, que a regressão L_1 foi mais eficiente que a dos mínimos quadrados, na estimação dos avanços genéticos.

Este resultado mostra claramente que a regressão L_1 pode ser utilizada com bastante eficiência na estimação dos avanços genéticos, especialmente quando ocorrem valores discrepantes ou aberrantes associados a valores extremos das variáveis regressoras.

O método proposto por Vencovsky et al. (1988), entretanto, é de aplicação muito mais geral, uma vez que não necessita de testemunhas comuns ao longo de todo o período. Depende apenas da existência de um número razoável de cultivares comuns em cada par de anos. Portanto, ela é muito mais flexível e permite que o programa de avaliação de cultivares seja mais dinâmico.

O desempenho do programa de melhoramento do arroz irrigado por inundação da EPAMIG não teve a mesma performance do arroz de sequeiro, quando se compara o avanço genético relativo (3,0% e 1,6%, respectivamente, pelo método de Vencovsky et al.,

1988), embora o ganho em valores absolutos tenha sido semelhante, pelo mesmo método, ou seja, 742,1 kg/ha e 698,1 kg/ha, respectivamente, no período considerado.

Deve-se salientar que o melhoramento do arroz de sequeiro ficou limitado, até recentemente, a países do Terceiro Mundo, principalmente, da América Latina e da África, onde os recursos aplicados na pesquisa sempre foram reduzidos e, em consequência, os progressos genéticos foram baixos. Dessa forma, com o maior incentivo dispensado à pesquisa nas duas últimas décadas, sobretudo no Brasil, foi possível obter ganhos em níveis consideráveis.

Com o arroz irrigado, a situação foi diferente, pois sendo este grão o principal alimento básico de vários países asiáticos, o apoio à pesquisa foi sempre maior, principalmente após a criação do IRRI, em 1960, nas Filipinas. Em vista disso, avanços extraordinários foram obtidos nas décadas de cinquenta e sessenta. Os resultados obtidos pelo IRRI chegaram cedo ao Brasil, causando grande impacto no rendimento das lavouras irrigadas na década de setenta. A partir de então, os avanços do melhoramento genético têm sido pequenos, como está ocorrendo em Minas Gerais.

Segundo os cientistas de plantas (IRRI, 1978a), citado por De Datta (1981), o limite de rendimento de grãos do arroz irrigado no mundo é de 13-15 t/ha, nas regiões tropicais, e de 15-17 t/ha, nas regiões temperadas. Este fato deixa claro o estágio do avanço que atingiu o melhoramento do arroz irrigado, com alguns genótipos atingindo a cifra de 12 t/ha em Minas Gerais (EPAMIG, 1984 e 1986). As cultivares Inca, MG 1 e MG 2, recomendadas para o Estado, não raramente, têm ultrapassado a casa das 10 t/ha, indicando que os materiais já obtidos possuem alto potencial genético. Se os rendimentos não têm sido maiores, isto é devido, principalmente, ao manejo inadequado e à baixa fertilidade das várzeas, constituídas, muitas vezes, de solos orgânicos e gley húmico, com sérios problemas ainda não esclarecidos pela pesquisa.

Outros fatores contribuem para o menor avanço genético do arroz irrigado, entre eles se destacam: (a) inclusão de cultivares tradicionais de porte alto e de baixo potencial produtivo na rede de ensaios, como a Matão e DeAbril; (b) participação da cultivar BR-IRGA 409, recomendada para o sul do País, na rede

de ensaios, a partir de 1984/85, como testemunha das linhagens precoces; (c) aumento da participação de linhagens de ciclo mais curto na rede de ensaios, as quais, além de possuírem menor potencial de rendimento de grãos, são mais atacados por pássaros, uma vez que são as primeiras a atingirem a maturação; (d) o enfoque principal dos atuais programas de melhoramento no Brasil tem sido resistência às enfermidades e a obtenção de cultivares com melhor qualidade de grãos, tanto física quanto organoléptica.

Sugere-se, portanto, como alternativa para aumentar a eficiência dos atuais programas de melhoramento de arroz irrigado, que se promova uma escolha mais criteriosa dos pais que irão ser cruzados.

Em virtude da falta de infra-estrutura e do reduzido número de pesquisadores, aliados aos poucos recursos nas instituições estaduais de pesquisa, a estratégia adotada tem sido a de introduzir linhagens já fixadas, obtidas principalmente pela EMBRAPA/CNPAP e centros internacionais de pesquisa (CIAT, IIRI e outros). Embora, esta estratégia tenha produzido resultados bastante positivos no passado recente, atualmente, face aos avanços já obtidos, tem sido pouco eficiente em relação aos caracteres de baixa herdabilidade, sobretudo o rendimento de grãos.

Dessa forma, a alternativa mais viável seria a de dotar as instituições estaduais de pesquisa de infra-estrutura e pessoal qualificado para desenvolver os programas de melhoramento genético de arroz irrigado, em todas suas fases, mantendo-se, todavia, a integração com as outras instituições de pesquisa. Uma outra opção, que já vem sendo utilizada, inclusive pela EPAMIG, é a introdução de populações segregantes nas gerações iniciais, para se proceder a seleção nas regiões de cultivo. Essa medida possibilita eleger genótipos superiores com adaptação às condições prevaletentes na região.

Após a obtenção das linhagens, procede-se os ensaios de competição em níveis preliminar e avançado (regional), nos quais são identificados os genótipos superiores. Logo, a condução de experimentos com alto grau de precisão (baixo erro experimental) é condição imprescindível para detectar as diferenças genéticas cada vez menores entre os materiais avaliados. Assim, nas várzeas sistematizadas, onde normalmente ocorre gradiente de fertilidade, provocado por cortes e aterros do solo, que contribui significativamente para o erro experimental, uma das alternativas

é utilizar um delineamento mais apropriado. Dessa forma, a substituição do delineamento em blocos casualizados, comumente utilizado, por látice, por exemplo, poderá reduzir o erro experimental, melhorando, conseqüentemente, a eficiência da seleção.

CONCLUSÃO

O programa de melhoramento de arroz irrigado por inundação da EPAMIG foi eficiente durante a década de oitenta, proporcionando um ganho genético médio anual de 1,6%.

REFERÊNCIAS

- COCHRAN, W. G.; COX, G.M. *Experimental designs*. New York: John Wiley & Sons, 1957. 616p.
- DE DATTA, S.K. *Principles and practices of rice production*. New York: John Wiley & Sons; 1981. 618p.
- EPAMIG. *Introdução, avaliação e utilização de germoplasma de arroz*. Belo Horizonte, 1984. Relatório de pesquisa apresentado à EMBRAPA/CNPAP, 1980/84.
- EPAMIG. *Introdução, avaliação e utilização de germoplasma de arroz irrigado*. Belo Horizonte, 1986. Relatório de pesquisa apresentado à EMBRAPA/CNPAP, 1984/86.
- NARULA, S. C.; STANGENHAUS, G. *Análise de regressão L1*. São Paulo: USP, 1988. 62p. 8º Sinape - IMPA
- PROJETO FEIJÃO; Relatório 1988/92. Belo Horizonte: EPAMIG, 1992.135p.
- RODRIGUES, J. A. S. *Progresso genético e potencial de risco da cultura do sorgo granífero (Sorghum bicolor (L.) Moench) no Brasil*. Piracicaba: ESALQ, 1990, 171p. Tese de Doutorado.
- SOARES, A. A. *Desempenho do melhoramento genético de arroz de sequeiro e irrigado na década de oitenta em Minas Gerais*. Lavras: ESAL, 1992, 188p. Tese de Doutorado.
- TOLEDO, J. F. F.; ALMEIDA, L. A. de; KIHHL, R. A. de S.; MENOSSO, O. G. Ganho genético em soja no Estado do Paraná, via melhoramento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.25, n.1, p.89-94, jan.1990.

- VENCOVSKY, R.; MORAES, A. R.; GARCIA, J. C.;
TEIXEIRA, N. M. Progresso genético em vinte anos
de melhoramento de milho no Brasil. In:
CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO,
16., 1986, Belo Horizonte. **Anais...** Sete Lagoas:
EMBRAPA-CNPMS, 1988 p.300-307.